

해초 혼합 기능성 퇴비의 작물재배 효과¹⁾

손 상 목

단국대학교 유기농업연구소²⁾

Agronomic Effect of High Quality Compost mixed with Brown Seaweed for Environmentally Benign Organic Farming

Sohn Sang Mok³⁾

Research Institute of Organic Agriculture, Dankook University 330-714 Cheonan, Republic of Korea

〈 목 차 〉

ABSTRACT

I. 서 언

II. 재료 및 방법

III. 결과 및 고찰

IV. 적 요

참고문헌

ABSTRACT

This study focussed to find out the agronomic effect of high quality compost mixed with brown seaweed and to determine the optimum mixing rate of seaweed to compost for environmentally benign organic farming. The experiment was conducted in lysimeters at Experimental Farm of Dankook University with Chinese Cabbage(Bulam #1), and the crop growth such length and width of leaf, biomass of Chinese Cabbage were checked, the content of chlorophyll, sugar, vitamin C, nitrate in outer leaf and inner leaf was determined. It was observed that nitrate content was dramatically decreased in the plot of mixture with seaweed, while biomass and content of vitamin C

1) 본 연구는 2001년도 산학연 공동기술개발 지역컨소시엄 연구비로 수행되었음.

2) 한국유기농업협회와 단국대학교가 산학협약에 의해 단국대학교에 설립한 산학협동연구기관(1998.4)

3) Tel : +82-41-550-3633, Fax : +82-41-568-3633, Mobile : +82-16-428-2939

were increased steeply in the plot of mixture with seaweed. The best result was gained the 0.25% mixture of brown seaweed with compost.

Key Words: agronomic effect, compost, seaweed, lysimeter, Vitamin C, biomass, nitrate

1. 서 언

2001년 현재 한국 유기농산물 시장은 연간 약40%의 놀라운 신장율을 보이며 급격히 증대되고 있다. 이 같은 시장점유율의 증가는 한국의 경우 곧 유기농업 경종의 발전을 뜻하는 것이다. 그러나 이러한 발전에도 불구하고 유기농업에 종사하는 많은 독농가들이 겪고 있는 가장 큰 애로사항은 고품질 유기질비료를 구입하기가 쉽지 않다는 점이다. 다량 필수원소를 고루 함유하며 또한 성장촉진 효과를 거둘 수 있는 고품질 유기질 비료에 대한 요구는 절실한 형편인데, 이는 유기농업에서 성장촉진을 위한 성장조절제 살포가 허용되지 않기 때문이다.

일찍이 유럽과 미국에서는 환경부하가 적고 인체에 거의 무해한 유기농업용 고품질 기능성 퇴비를 개발하여 유기농업 독농가가 영농현장에서 유기농법으로 작물을 재배하는데 이용하도록 보급함으로써 크게 그 효과를 거두어 왔다. 그러나 유기농업의 연구가 일천하고 학계와의 교류가 거의 전무했던 한국 유기농업은 이 같은 친환경 농자재에 대한 정보가 없어 농민이 스스로 체득한 퇴비제조 기술에 거의 의존하여 왔을 뿐이다.

유럽과 미국 등 유기농업 선진국에서는 갈색 해초류를 이용하는 사례가 있고, 그 효과도 상당히 높다는 보고되어 있다. 해초류에 함유되어 있는 호르몬 중 auxin은 작물의 지상부 생육을 자극하는 역할을 하고 선단부에서 생성되어 아래쪽으로 이동하며, cytokinin은 지하부 생육을 자극하는 역할로 근단부에서 생성되어 위쪽으로 이동하는 성질이 있다고 알려져 있다. 즉 갈색 해초류와 퇴비를 혼합처리하여 사용하는 경우 해초에 포함된 고농도 auxin과 cytokinin이 지상부의 2차 생육을 자극하는 동시에 근계를 향상시켜 작물의 2차 생육을 야기함과 동시에 양수분 흡수력을 증대시키는 결과를 가져와 작물 스스로 생리 및 환경적인 장애를 해결하는 능력을 가지게 된다는 것이다(Anonym, 2001₂; Anonym, 2001₃). 또한 해초류의 4가지 주요성분인 colloids, phytohormones, 아미노산과 무기성분, 당분 등이 작물의 내한성과 내건성 등의 스트레스 내성, 병충해 저항성 증대, 성장 촉진, 과비대 촉진, 착과 증대, 당도 증대 등 수량증대에서 품질향상까지 다양한 작물 생육증진 및 강화효과를 높이는 것으로 알려져 있다(Anonym, 2001₃).

구미 각국에서 광범위하게 사용하고 있고 'FAO/WHO Codex 유기식품규격'에서 허용하고 있는 해초류(손, 2000₂)라 할지라도 우리 나라의 기후, 토양 및 작목이 다르므로 그 효과가 다

를 수 있으므로 국내 유기농업에서의 적용 효과에 대해서는 검토가 필요하다. 또 다른 문제의 하나는 해초류 혼합시용이 작물의 수량을 정상적으로 유지하면서 질산염함량이 낮은 안전한 농산물을 생산할 수 있는가 하는 점과 이같은 고급 유기질비료의 최적 혼합량을 구명해 내는 것이다.

알려진 바와 같이 채소의 고질산염은 암유발 원인물질인 nirosamine을 소화과정 중에 생성할 가능성이 높다는 점 때문에 EU에서는 채소 질산염 허용기준치를 규정하고 있기 때문이다(손, 2000). 특히 독일, 영국, 스위스, 네델란드 등에서는 이를 농약잔류와 채소 질산염 함량을 규제하고 있고, 한국인의 채소를 통한 일일질산염섭취량이 WHO의 ADI(일일섭취허용량)를 과다하게 초과하기 때문에 이를 규제해야 한다는 보고(손, 1994; 손, 2000)가 있다. 따라서 해초류 첨가에 의한 채소질산염 저감효과가 있는지 여부는 대단히 중요하다. 이는 갈색 해초류를 첨가하는 고품질퇴비가 질산염 저감에도 가능성을 갖추게 되느냐는 중요한 의미가 갖는 것이다.

오늘날 친환경 유기농업 현장에서는 축산분뇨 또는 이를 호기발효시킨 퇴비를 사용하여 왔다. 국제유기식품 생산규격인 FAO/WHO Codex유기식품규격에서도 해초류를 이용한 작물보호강화제를 허용하고 있다. 따라서 갈색해초류를 이용한 기능성 퇴비에 대한로서의 사용 가능성의 검토가 국내에서도 필요한 시점에 있다.

본 연구는 갈색 해초류의 가루분말을 퇴비 제조시 혼입함으로써 퇴비에 부족하기 쉬운 다량요소를 최적의 상태로 만들어 고품질 퇴비의 개발과 최적 혼합비율을 구명하는데 목적을 두었다. 이를 위해 축분과 C-source를 잘 혼합하여 퇴비를 완숙시킨 후 해초가루를 0.05, 0.25, 1, 5%씩 혼입하여 작물재배 시험을 거쳐 작물생육과 수량, 토양에 미치는 영향을 검토하여 최적 혼합비율을 구명하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 처리내용

갈색 해초류와 발효퇴비를 혼합한 본 개발자재의 효과를 검증하기 위해 배추를 대상작물로 단국대학교 실습농장(충남 천안시 안서동)내에서 대형 lysimeter실험을 실시하였다.

배추는 “불암3호”를 공시품종으로 천안시 입장면 소재 「홍농플러그묘」로부터 8월 8일 파종하여 23일간 육묘한 플러그묘를 공급받아 대형 lysimeter(가로95cm×세로50cm×높이70cm)에 8월 31

일 정식하였다. 각 lysimeter당 배추유묘 6포기를 정식하였으며, 생육초기에는 2~3일 간격으로 생육후기에는 매일 충분히 관수하여 항시 포장용수량에 도달하도록 물관리 하였다.

시비 처리내용으로는 ① 무비구, ② 퇴비구(퇴비 5t/10a), ③ 퇴비+해초 I(퇴비 5t/10a+해초 0.05%처리구), ④ 퇴비+해초 II(퇴비 5t/10a+해초 0.25%처리구), ⑤ 퇴비+해초 III(퇴비 5t/10a+해초 1%처리구), ⑥ 퇴비+해초 IV(퇴비 5t/10a+해초 5%처리구) 등 6개 처리수준을 두었으며, 처리당 4반복으로 시험을 실시하였다.

공시 해초는 건조 해초를 사용하였으며, 갈색해초류와 일반해초류를 7:3의 비율로 혼합하여 사용하였다.



〈그림 1〉 해저 및 갯벌에 서식하는 해초류 자원

2. 분석방법

토양시료를 3반복 이상으로 채취하여 4℃의 냉장상태로 운반하여 즉시 토양의 화학적 성분을 분석하였다. 또한 수확적기에 식물체를 채취하여 Vitamin C, 엽록소 함량 및 질산염 함량을 각각 분석하였다.

토양시료는 근권깊이 0~10cm, 10~25cm에서 채취하였으며, 토양화학적 특성을 파악하기 위해 전기전도도(E.C.), 토양산도(pH), 유기태 탄소(Organic Carbon), 질산태 질소(Nitrate-Nitrogen), 인산(Phosphate) 등을 분석하였으며, 식물체 성분은 질산염(Nitrate), 엽록소 함량 등을 분석하였다. 또한 배추 생육특성을 파악하기 위해 배추의 생체 중, 배추 초고, 배추 직경 등을 측정하였다. 토양의 질산태질소는 채취시료를 40℃의 냉장상태로 운반한 후 즉시 "Navone법"을 이용하여 분석하였다. 신선토양 100g을 취하여 0.025N의 CaCl₂용액 250ml를 넣고 30분간 진탕 시킨 후, No.595 ½ filter paper로 여과시켜 추출액 중 20ml를 취하고 10%의 H₂SO₄용액 ml를 넣은 후 비환원과 환원으로 나누어 10시간 방치한 후 UV photometer를

이용하여 210nm에서 측정하였다. 유효인산함량은 풍건세토 5g을 100ml 삼각 flask에 평취하고 침출액을 가하여 10분간 진탕한 다음 여과시킨 후 발색과 측정은 Lancaster법에 의하여 분석하였다. 유기물함량은 개량 Tyurin법에 의하여 분석하였으며, 기타 화학성분은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양화학분석법에 따라 분석하였다.

식물체 질산염 함량은 채취된 신선 식물체시료를 냉장고에 밀폐보관하였다가 2~3일 이내에 균질화 시킨 후 분쇄하여 일정량의 증류수와 이온강화용액을 넣어 1시간 교반시킨 후 여과하여 손 등(1997) 등의 방법에 준하여 E. coli cell을 이용한 식물체, 토양, 수질의 질산태질소 분석 방법으로 분석하였다. 엽록소 함량은 Ross(1990)의 방법에 따라 spectral photometer로 측정하였으며, 기타 화학성분은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양화학분석법에 따라 분석하였다.

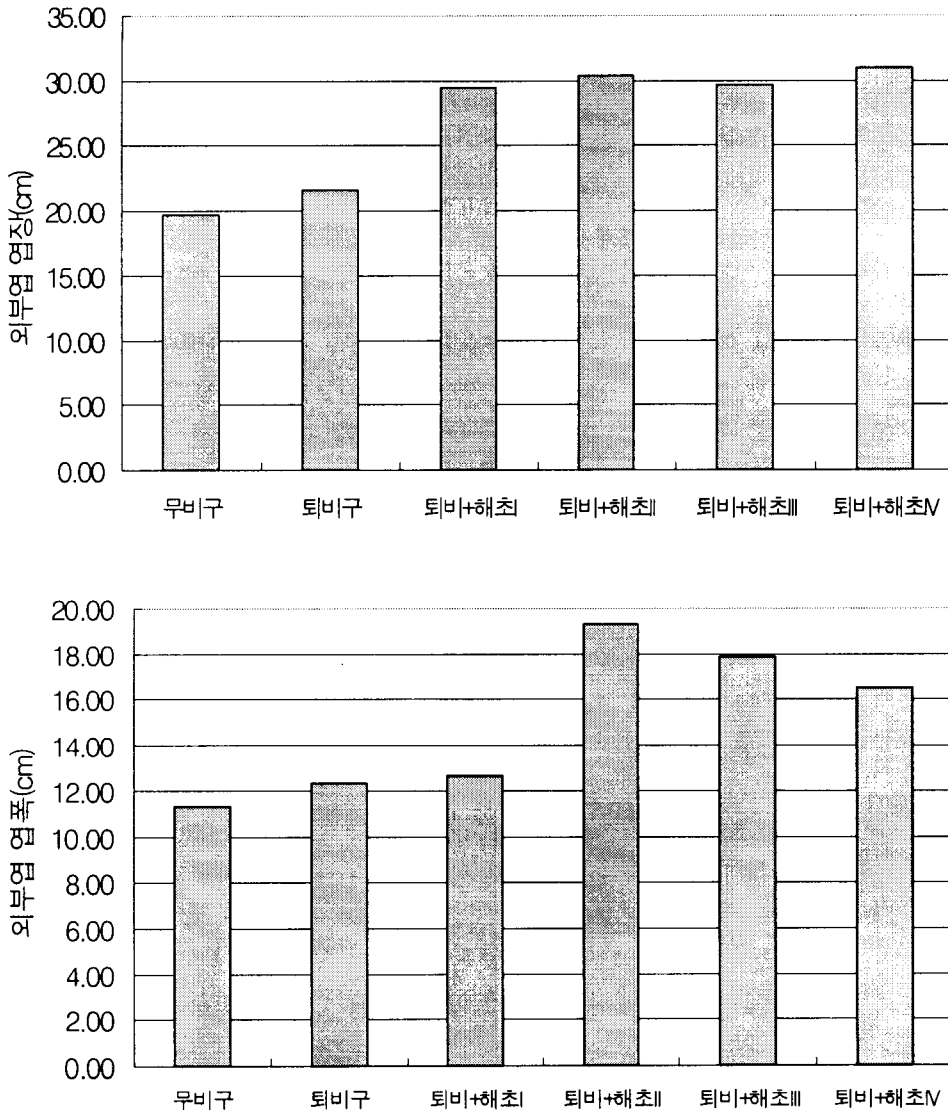
Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 배추 생육, 엽록소 함량 및 수량에 미치는 영향

퇴비와 해초를 각기 다른 비율로 혼합하여 배추에 사용하여 배추생육과 엽록소 함량 및 수량이 어떻게 달라지는가를 검토해 보면 다음과 같았다.

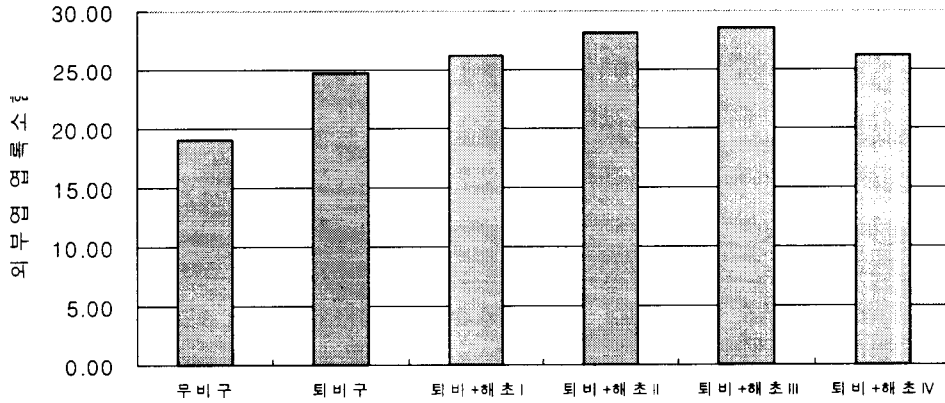
배추엽장은 해초를 혼합하지 않은 퇴비단독시용구에 비해 해초를 사용하였을 때 점차 길어지는 경향을 나타내었다, 그러나 배추엽장은 해초 0.25%혼합구에서 26.9cm로 가장 길었고, 해초 1%혼합구와 해초 5%혼합구에서는 26.9cm, 25.8cm로 해초 0.25%혼합구에 비해 약간 감소하는 경향을 나타냈으나, 퇴비단독시용구(16.8cm)에 비해서는 월등히 긴 엽장을 나타내 해초류가 배추의 생육촉진에 크게 효과가 있는 것으로 나타났다. 화학비료시용구에 비해 해초처리구에서 공히 배추엽장이 커 해초의 퇴비혼합처리가 배추 생육에 효과가 큰 것으로 나타났다. 이는 해초에 포함된 고농도 auxin과 cytokinin과 같은 기능성 성분이 배추의 생육을 조장한 때문으로 판단되었다.

배추 엽폭도 <그림 2>에서 볼 수 있는 바와 같이 해초류를 첨가한 처리구에서 해초를 무혼합한 퇴비단독구에 비해 훨씬 크게 나타났다. 퇴비단독구의 엽폭 11.9cm에 비해 해초 0.05%, 0.25%처리구에서는 각각 17.6cm, 19.6cm로 크게 신장되었으며, 0.25%를 초과하는 해초시용구는 엽장의 증가추세가 다소 크지 않은 것으로 나타났다. 무비구의 엽폭과 퇴비단독구의 엽폭이 12.1cm내외로 거의 비슷한 수준이며, 화학비료단독구는 18.3cm로 퇴비구에 비해 크게 높았으나, 해초 0.25%처리구에 비해서는 다소 낮았다.



〈그림 2〉 퇴비와 해초 혼합비율에 따른 배추의 외부엽 면적과 엽두께의 차이

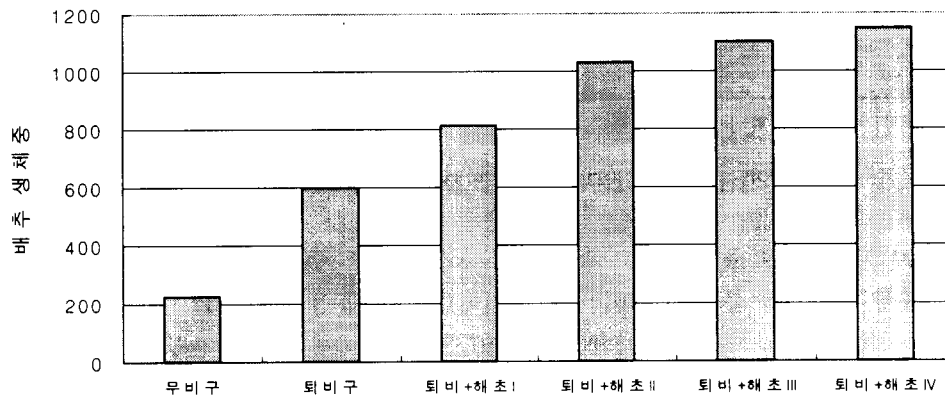
엽록소 함량은 퇴비단독구에 비해 해초처리구에서 다소 높았으나 해초혼합비율 증가에 따른 엽록소 함량의 증가폭은 14%내외에 그쳐 그리 크지 않았다. 한편 5%까지의 해초처리구에서는 엽록소 함량이 32.8mg/100cm²로 화학비료처리구의 엽록소 함량 34.1mg/100cm²에 비해 오히려 낮은 수준을 나타내었다. 한편 손(2000₁)은 엽록소 함량이 질소 시비량의 증가와 함께 증가하고, 식물체내 질산염 함량과 엽록소 함량이 정상관 관계에 있다고 하였다.



〈그림 3〉 퇴비와 해초의 혼합비율에 따른 배추 외부질의 업록소 함량의 차이

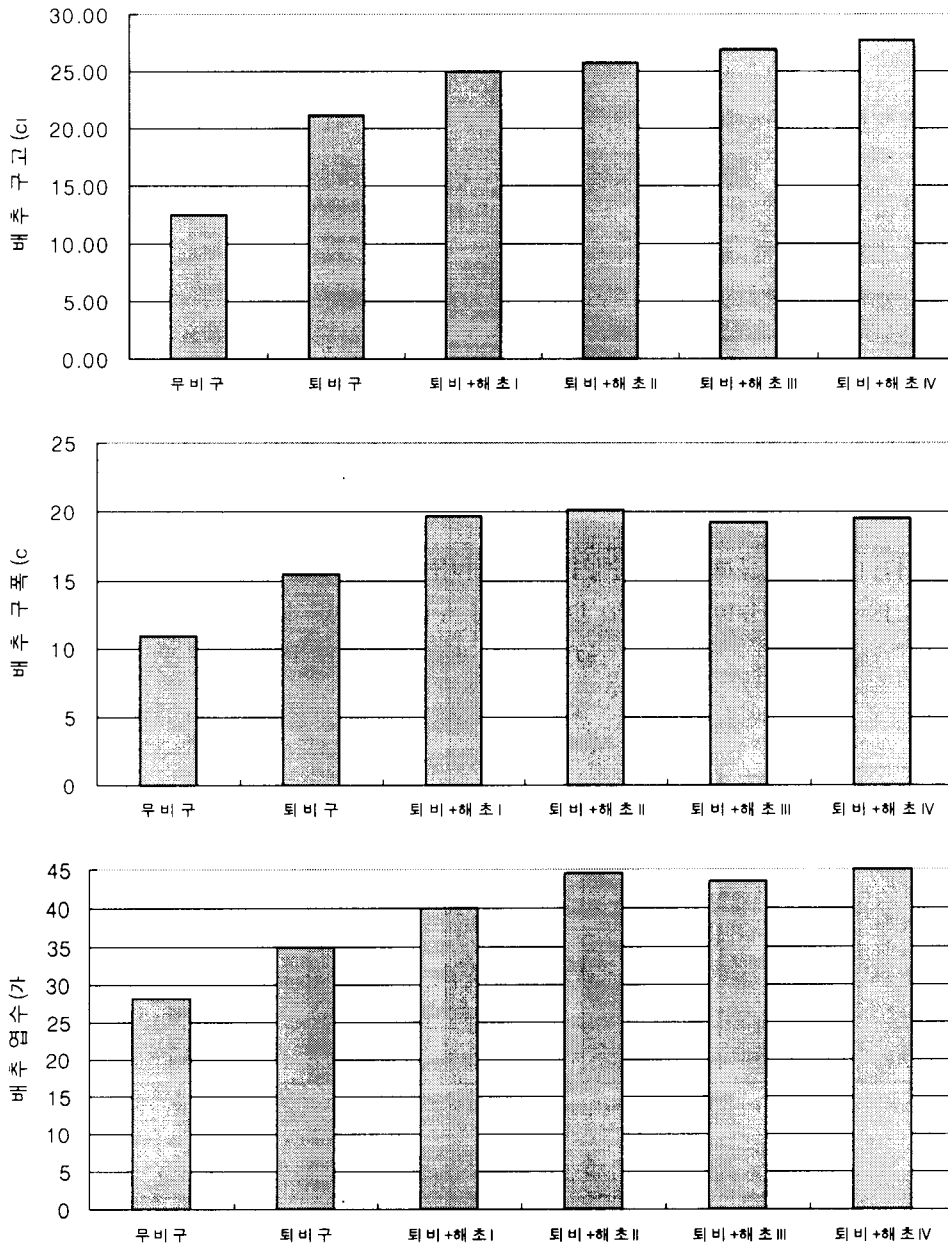
퇴비에 대한 해초류 첨가는 배추 생체중에도 긍정적으로 크게 영향을 나타냈다(〈그림 4〉 참조). 배추 생체중은 퇴비단독시용구에서 590g이었으나, 퇴비에 해초를 많이 첨가할수록 증가하여 해초 5%첨가구에서 1188g을 나타나 약2.01배나 증가하였다.

해초혼합에 따른 배추 생체중의 가장 급격한 증가는 해초 0.25%혼합구에서 나타났으며 이후 배추 생체중의 증가폭은 약간 둔화하는 경향을 나타내었다. 이는 해초에 포함된 고농도 auxin 과 cytokinin(Anonym, 2001₂; Anonym 2001₃)이 지상부의 2차 성장을 자극하는 동시에 근계를 향상시켜 작물의 2차 성장을 야기함과 동시에 양수분 흡수력을 증대시키는 결과를 가져온 때문이라고 사료된다. 퇴비에 대한 해초류 혼합첨가가 배추의 지상부 생육에 효과적임이 분명히 나타났다. 이는 해초류가 사과, 토마토, 감자, 당근, 수박, 포도 및 고추의 성장 촉진과 수량증대 갖는다는 Anonym(2001₃)의 보고와 일치하는 것이다.



〈그림 4〉 퇴비내 해초류 첨가가 배추 생체중에 미치는 영향

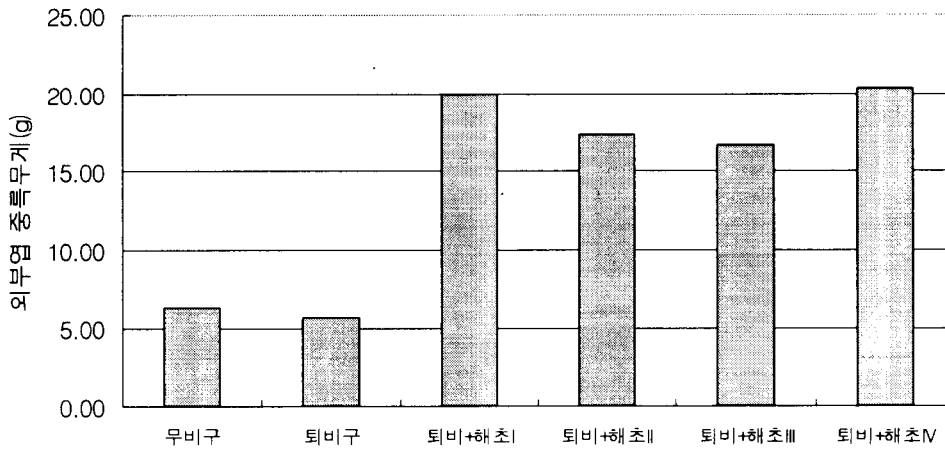
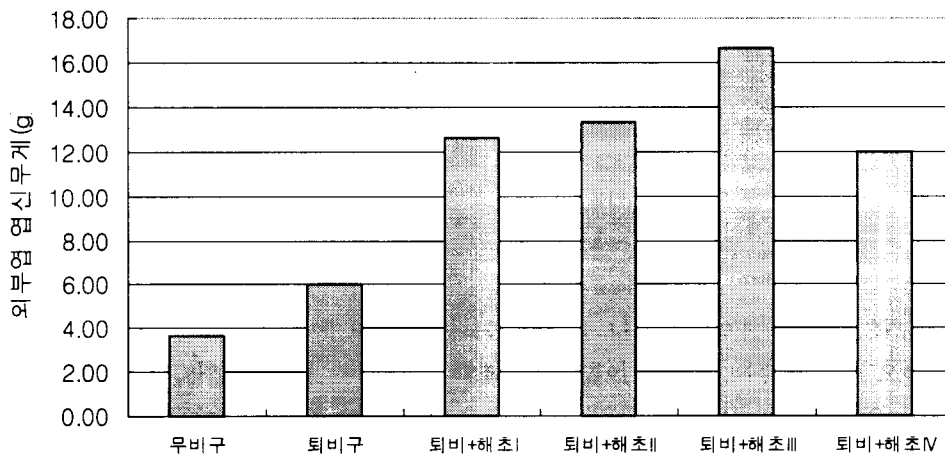
배추 구고도 <그림 5>에서와 같이 해초 혼합비율이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내어, 해초 5%혼합구에서 구고가 가장 컸다. 무비구 12.5cm이던 구고는 퇴비단독구에서 21.3cm에 도달하였으며 해초 5%혼합구에서 최고 27.8cm에 도달하였다.



<그림 5> 퇴비내 해초류 첨가가 배추 엽수에 미치는 영향

배추의 구폭 역시 해초 첨가에 따라 증가하는 경향을 나타내었으나, 해초 0.25%혼합구에서 2.07cm를 나타내 가장 컸으며, 이후에는 해초 혼합비율이 높아도 배추 구폭은 오히려 줄어드는 경향을 나타내었다. 배추의 엽수 역시 0.25%의 해초혼합구에서 가장 높았으나, 이후에는 해초 혼합비율이 증가하여도 뚜렷한 증가를 나타내지는 못하였다.

해초류 첨가는 외부엽의 중량무게에도 긍정적 영향을 나타내었으나, 해초 0.05%혼합구와 해초 5%혼합구에서 20g 내외의 증가를 나타내었을 뿐 해초 0.25%혼합구와 해초 1%혼합구에서 17.0~17.8g의 증가폭을 나타내 처리간에 차이가 일정한 경향을 나타내지는 않았다.

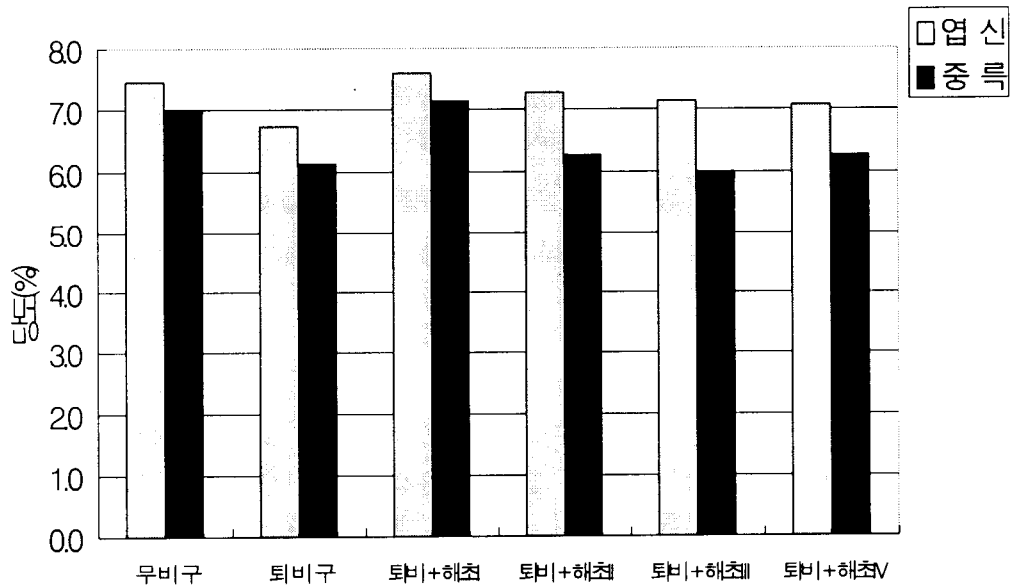


〈그림 6〉 퇴비내 해초류 첨가가 배추의 외부엽 길이와 중량무게에 미치는 영향

2. 배추의 Vitamin C, 당도 및 질산염 함량 집적에 미치는 영향

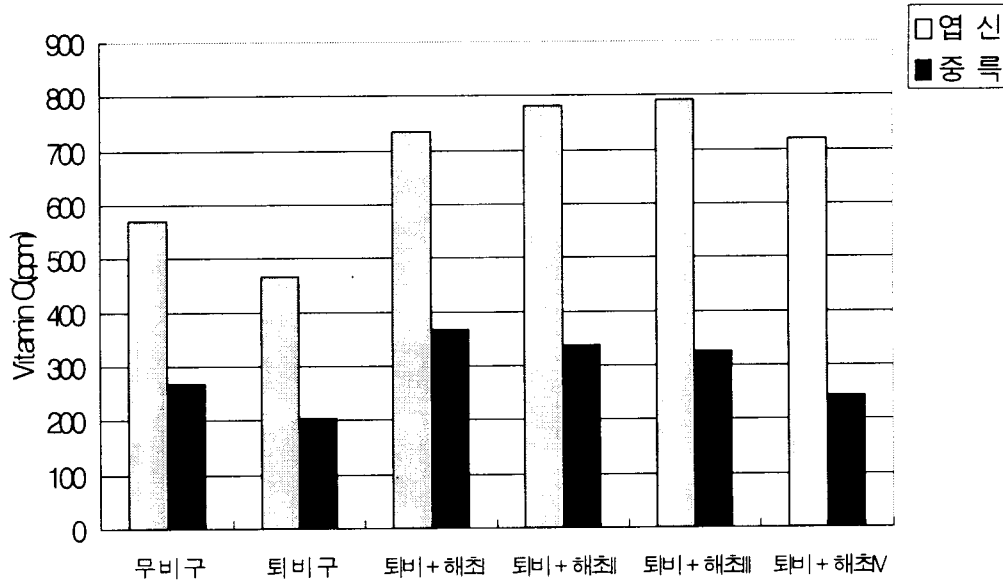
발효퇴비에 대한 해초를 첨가가 배추의 품질 즉, 비타민 C 함량과 당도 및 질산염 함량에 미치는 영향을 검토하였다.

<그림 7>에서 알 수 있는 바와 같이 해초류를 혼합한 퇴비시용구의 엽신과 중륙의 당도는 퇴비단독구 6.7%와 6.1%인데 비해, 0.05% 해초처리구에서는 가장 높은 수준의 당도인 7.6%와 7.1%, 0.25%를 보였으나 이후 해초혼합량이 증가하여도 엽신과 중륙의 당도는 거의 일정한 수준을 유지하거나 점차 줄어드는 감소추세를 나타내었다. 즉 해초류 첨가는 배추의 엽신의 당도에는 모두 긍정적인 영향을 나타내었으나, 중륙의 당도에는 해초 0.05%혼합구를 제외하고는 모두 부정적인 영향을 나타내었다. 이는 해초류가 토마토, 수박 및 포도의 당도 증가에 효과적이라는 Anonym(2001₃)의 보고와 일치하는 것이다.



(그림 7) 퇴비내 해초류 첨가가 배추 엽신과 중륙의 당도에 미치는 영향

한편 해초류 첨가는 비타민C 함량에서 엽신과 중륙에서 모두 긍정적인 영향을 나타내었다(<그림 8> 참조). 그러나 비타민C 함량이 해초 1%혼합구 처리시 엽신에서 780ppm으로 가장 많았고, 중륙의 비타민C 함량은 0.05%혼합구에서 366ppm으로 가장 높았다. 그러나 모든 해초처리구에서 비타민C 함량이 퇴비단독구에 비해 많아 갈색해초를 혼합하는 퇴비가 비타민C 함량 증가에 효과가 있는 것으로 판단되었다.



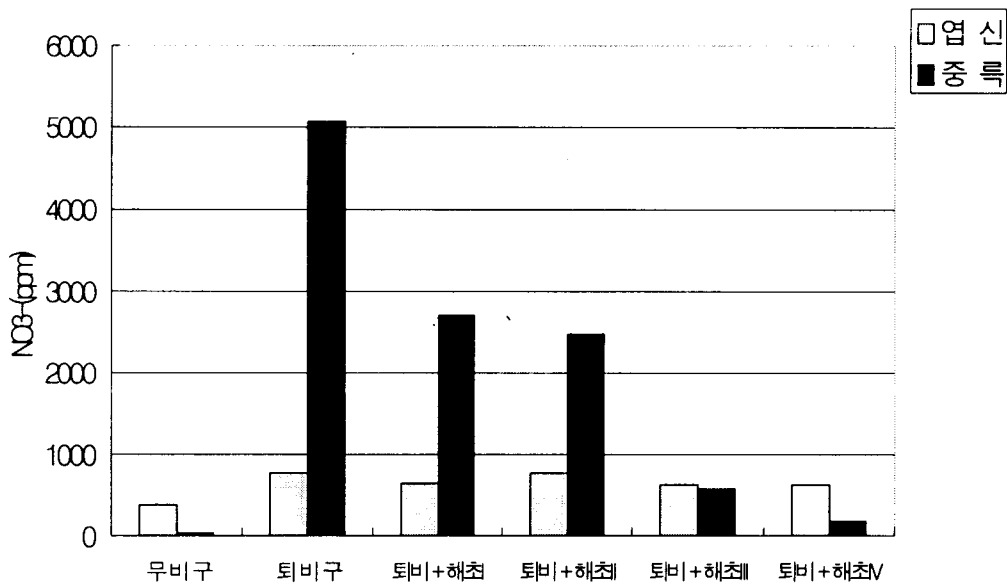
〈그림 8〉 퇴비내 해초류 첨가가 배추 업신과 중륙의 Vitamin C 함량에 미치는 영향

채소의 질산염 함량은 인체내에서 장기간 다량 섭취되었을 경우 암발생 물질로 작용할 가능성이 있어 서구 유럽에서는 신선채소내의 질산염 허용기준을 정해 놓고 규제하고 있는 물질이다. 영국은 UK Monitoring Programme for Nitrate(MAFF, 1998)을 통해 각종 채소의 질산염 함량을 조사하고 있으며, 1998년 영국 농림수산성이 실시한 질산염 조사(Food Surveillance Information Nr.177)에서 시금치의 30%와 상추의 6%가 질산염 허용기준을 상회하는 것으로 밝혀졌다. 독일, 네델란드, 스위스, 오스트리아 등이 채소질산염 허용기준을 갖고 있으며, EU는 상추와 시금치에 대해 질산염 허용기준을 제정(European Commission, 1999)하였다. 이는 역내 주민의 건강을 보호하려는 의도에서였으며(European Commission, 1998 ; MAFF, 1999), 농약, 중금속과 같이 질산염이 허용기준이상으로 함유된 식품은 안전농산물, 즉 Good Agricultural Products로 인정받지 못하고 폐기처분의 대상이 되고 있다.

이 같은 채소에 문제가 되는 질산염 함량을 해초 혼합 퇴비를 사용할 경우 〈그림 9〉에서 보는 바와 같이 크게 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 퇴비단독구의 질산염 함량은 중륙에서 5,138ppm이었다가, 해초 0.05%혼합구에서 2,765ppm으로 크게 낮아졌으며, 해초 1%혼합구에서 536ppm수준으로 크게 낮아져 갔다. 이 같은 질산염 저감현상은 한국토착유기농법적으로 퇴비를 과다사용할 경우 나타나는 질산염 집적문제로 소비자와 생산농가에게 큰 문제로 부각(손과 오, 1993₁; 손, 1994₁; 손, 1994₂; 손, 1995₂; Sohn, 1996₁; Sohn, 1997₂; Sohn, 1997₄; 孫 & 米山, 1996; 손 등, 1996; 손, 2001₁)된 바 있다. 그러나 해초류를 첨가하는 시비처

리에서 이 같은 질산염 저감효과가 나타남으로서 향후 채소재배농가에게 질산염 저감용 기능성 퇴비로 추천될 수 있을 것으로 판단된다.

한편 갈색해초를 혼합 처리한 퇴비시용에 따른 배추 중특에서의 질산염 저감효과는 뚜렷이 나타난 반면, 상대적으로 질산염 함량 수준이 낮았던 엽신에서는 해초류 혼합 처리 효과가 눈에 띄게 나타나지 않았다.



(그림 9) 퇴비내 해초류 첨가가 배추내 중특과 엽신의 질산염 집적에 미치는 영향

IV. 적 요

유기농업 농가에서 사용하는 발효퇴비에 작물보호제와 생육촉진의 효과가 있다는 해초류를 0.05%, 0.25%, 1%, 5%혼합하여 그 기능성과 혼합비율을 구명하고자 배추(불암 3호)를 대상으로 작물재배 시험을 대형 lysimeter에서 실시하였다. 갈색해초를 혼합한 발효퇴비에 대한 작물생육, 수량 및 비타민 C함량, 당도 및 질산염 함량을 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 배추엽장은 해초를 혼합하지 않은 퇴비단독시용구에 비해 해초를 시용하였을 때 점차 길어지는 경향을 나타내 배추 생육촉진에 크게 효과가 있는 것으로 나타났다. 엽폭도 해초류 첨가가 퇴비단독구에 비해 훨씬 크게 나타났다. 구폭도 해초 첨가에 따라 증가하는 경향을

나타내었으나, 해초 0.25%혼합구에서 2.07cm을 나타내 가장 컸으며, 이후에는 해초 혼합 비율이 높아도 구폭은 오히려 줄어들었다. 엽수 역시 0.25%의 해초혼합구에서 가장 높았다.

2. 해초를 혼합한 퇴비시용은 배추 생체 중 증가에 크게 영향하여 해초류 혼합비율이 증가할 수록 생체중이 증가하였고 외부엽의 중량무게에도 긍정적 영향을 나타내었다.
3. 엽록소 함량은 퇴비단독구에 비해 해초처리구에서 다소 높았으나 해초혼합비율 증가에 따른 엽록소 함량의 증가폭은 14%내외에 그쳐 그리 크지 않았다. 해초류 첨가는 배추의 엽신의 당도에는 긍정적인 영향을 나타내었으나, 중량의 당도에는 해초 0.05%혼합구를 제외하고 모두 부정적인 영향을 나타내었다.
4. 해초류 첨가는 비타민C 함량에서 엽신과 중량에서 모두 긍정적인 영향을 나타내었다. 그러나 비타민C 함량이 해초 1%혼합구 처리시 엽신에서 가장 많았고, 중량의 비타민C 함량은 0.05%혼합구에서 가장 높았다.
5. 퇴비단독구의 질산염 함량은 중량에서 5,138ppm이었다가, 해초 0.05%혼합구에서 2,765 ppm으로 크게 낮아졌으며, 해초 1%혼합구에서 536ppm수준으로 크게 낮아져 해초류를 첨가 시비처리구에서의 질산염 저감효과가 뚜렷히 나타났다. 따라서 해초를 혼합한 퇴비는 향후 채소재배농가에게 질산염 저감용 기능성 퇴비로 활용될 수 있을 것으로 판단되었다.

참고문헌

- Anonym(2001₁): Free Grow Enriching Encounter. In : Asian Seed, The Asia & Pacific Seed Association. Pages 28.
- Anonym(2001₂): Kelp Products gets ISO Certification. New AG Interantional Sept/2001. Pages 16.
- Anonym(2001₃): Seaweed Products : A Promising Future. New AG International Feb/March 2001. pp.34~42.
- European Commission(1998) : Reports of the Scientific Committee for Food(Thirty-eighth Series). Opinion on Nitrate and Nitrite. pp.1~13. Office for Official Publication of the European Communities. Luxemburg.

- European Commission(1999) : Draft Commission Regulation amending Commission Regulation(EC) No.194/197 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Document VI/8735/95 rev.2.
- MAFF(1998) : 1997/1998 UK Monitoring Programme for Nitrate in Lettuce and Spinach. Food Surveillance Information Sheet Nr.154.
- MAFF(1999) : Nitrate in Vegetables. Food Surveillance Information Sheet Nr.158.
- 손상목(1994₁) : 일반 관행농법과 유기농법 배추, 무우의 가식부위내 NO₃⁻ 집적량 차이. 유기농업학회지 3 : 87-97.
- 손상목(1994₂) : 채소를 통한 한국인의 일일 NO₃⁻ 섭취량과 안전농산물의 NO₃⁻ 함량 허용기준 설정. 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지엄(1994.10.12~13, 농촌진흥청 농민회관), 농촌진흥청 농업기술연구소·농협중앙회·한국토양비료학회 공동주최. pp.251~276.
- Sohn, S. M.(1995₁) : Appropriate Organic Fertilizer and Nitrate Accumulation of Vegetables in Organic Agriculture Conference Proceeding for Food, Culture, Trade and the Environment held 19~22nd July 1995 in Seoul/Korea, Organized by PAN, IFOAM Asia, CACPK, KOFA, KFFWN, KSOA. Pages 91.
- 손상목(1995₂) : 차광정도와 질소비료종류가 배추 가식부위내 NO₃⁻ 집적량에 미치는 영향에 관한 연구. 한국과학재단 최종연구보고서(1993~1995).
- Sohn, S. M.(1996₁) : Nitrate and Overuse of Organic Fertilizer. 11th IFOAM Scientific Conference, Copenhagen/Denmark, Aug 11~15th 1996, Pages 36.
- 손상목(1996₂) : 유기농업의 환경보전 기능과 안전농산물 생산. 제101회 소비자 세미나, 환경친화형 농산물생산과 식생활 안전을 위한 대책. Pages 58, 서울프레스센터 1996.9.23. pp.43~58. 주최 : 소비자문제를 연구하는 시민의 모임, 농협중앙회.
- Sohn, S. M.(1997₁) : Accumulation of nitrate in Vegetables and phosphate in the rhizosphere. School of Nutrition Science and Policy, Tufts University, Boston/USA. International Conference on Agricultural Production and Nutrition, Boston, Massachusetts, USA, March 19~21, 1997.
- Sohn, S. M.(1997₂) : Organic Farming and Nitrate Accumulation in Vegetables and in the Rooted Soil Layer Institute of Agricultural Chemistry, University of Göttingen. International Symposium including Environmental Aspects of Agriculture, Göttingen/Germany, 1997.6.6~7.
- Sohn, S. M.(1997₃) : Chemical characteristics of soil and NO₃⁻ accumulation of vegetable by conventional and organic farming. 4th International Conference of ESAFS (East and Southeast Asia Federation of Soil Science Society, 11~14th November 1997. Grand Hotel, Cheju Island/Korea.

- Sohn, S. M.(1997₄) : Chemical characteristics of soil and NO₃⁻ accumulation of vegetable by conventional and organic farming. In "Soil Quality Management and Agro-Ecosystem Health". Published by KSSSF, Seoul/Korea, pp.186~199.
- Sohn, S. M.(1999) : Chemical Characteristics of Rooted Soil Profile and Nitrate Content of Cucumber by Organic Farming only Applying Organic Fertilizer. pp.1~17, 2nd Workshop of Sustainable Development in Horticulture in Asia and Oceania. (Monbusho International Scientific Research Programs : Cooperative Research by the University of Tokyo, Massey University and Seoul National University), Seoul National University, Suweon/Korea. September 29, 1999.
- 손상목(2000₁) : 채소의 질산염 감량 기술 개발. 농림부 농특기획과제 최종연구보고서, Pages 315.
- 손상목(2000₂) : Codex 유기식품규격 내용과 한국 유기경종과 축산의 적응 실천. 한국유기농업 학회지 8(3) : 17-34.
- 손상목 · 박양호(1998) : 배추, 양배추, 양상추의 엽령별 NO₃⁻ 함량 차이에 관한 연구. 유기농업 학회지 7(1) : 115-128.
- 손상목 · 오경석(1993₁) : 질소시비량이 배추, 무, 오이의 가식부위내 NO₃⁻ 집적량에 미치는 영향. 토양비료학회지 26(1) : 10-19.
- 손상목 · 오경석(1993₂) : 질소비료 저투입에 의한 우수농산물 간이판정지표로서 주요농작물의 가식부위내 NO₃⁻ 함량 활용 가능성에 관한 연구. 유기농업학회지 2(1) : 2-15.
- 孫尙穆 · 米山忠克(1996) : 野菜の硝酸 : 作物体の硝酸の生理, 集積, 人の攝取. 農業および園藝 71(11) : 1179-1182.
- 손상목 · Kücke, M. · 이윤건(1997) : *E. coli* cell을 이용한 식물체, 토양, 수질의 질산태질소 분석방법. 한국토양비료학회 30(4) : 361-369.
- 손상목 · 이윤건 · 한도희 · 김영호(1996) : 농가의 상이한 농법에 의한 배추, 상추, 케일 재배 근권토양 및 가식부위내 NO₃⁻ 집적량 차이. 대산논총 4 : 143-152.
- 손상목 · 오경석 · 이장석(1995) : 차광정도 및 질소시비량이 배추수량과 가식부위의 NO₃⁻ 집적량에 미치는 영향. 토양비료학회지 28 : 154-159.